



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 102 03 250 C 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
B 81 C 1/00
B 29 C 59/04
H 01 L 31/0232
H 01 S 5/02
G 02 B 6/44

⑳ Aktenzeichen: 102 03 250.5-33
㉑ Anmeldetag: 29. 1. 2002
㉒ Offenlegungstag: –
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 24. 7. 2003

DE 102 03 250 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑥⑥ Innere Priorität:
101 62 930. 3 20. 12. 2001

⑦③ Patentinhaber:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

⑦④ Vertreter:
Gagel, R., Dipl.-Phys.Univ. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,
81241 München

⑦② Erfinder:
Ebling, Frank, Dipl.-Ing., 10553 Berlin, DE; Schröder,
Henning, Dr.-Ing., 10247 Berlin, DE; Lang, Günther,
Dipl.-Ing., 13053 Berlin, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

US 62 00 399 B1
US 58 10 957
US 46 71 913

KRABE, D. et al.: Optical Interconnects for
Module and PCB Technology, in: 3. Workshop Optik
in der Rechentechnik, Paderborn 1998;

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Strukturierung, insbesondere Mikrostrukturierung, von Polymerfolien

⑤⑦ Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie
eine Vorrichtung zur Strukturierung, insbesondere Mikro-
strukturierung, von Polymerfolien, bei denen die zu struk-
turierende Folie auf eine Temperatur unterhalb des Glas-
punktes des Folienmaterials vorgeheizt und zusammen
mit zumindest einer eine Prägestruktur aufweisenden
Werkzeugplatte zwischen zwei auf eine Temperatur ober-
halb des Glaspunktes des Folienmaterials aufgeheizten
Walzen hindurchgeführt wird, die gleichzeitig gegenein-
ander gedrückt werden, um die Prägestruktur in die Folie
einzuprägen. Die Werkzeugplatte wird nach einer Abkühl-
phase wieder von der Folie getrennt.
Mit dem vorliegenden Verfahren und der zugehörigen
Vorrichtung können in einem replikativen Prozess Poly-
merfolien hochpräzise und mit hoher Geschwindigkeit
mikrostrukturiert werden. Das Verfahren sowie die Vor-
richtung ermöglichen einen schnellen Werkzeugwechsel
und einen hohen Durchsatz.

DE 102 03 250 C 1

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Strukturierung, insbesondere Mikrostrukturierung, von Polymerfolien, wie sie bspw. als Träger für Wellenleiter bei optoelektronischen Komponenten eingesetzt werden.

[0002] Neben der Photolithographie werden als Träger für optische Wellenleiter-Strukturen in zunehmendem Maße heißgeprägte Polymerfolien eingesetzt, die bei einer Wellenlänge um 830 nm transparent sind. In die Strukturen dieser geprägten Polymerfolien kann hochbrechendes Material als Kernmaterial des Wellenleiters eingebracht und ausgehärtet werden. Ein Vorteil beim Einsatz von strukturierten Polymerfolien als Trägermaterial für den Wellenleiter besteht darin, dass derartige Folien mit üblichen Laminierungstechniken bei der Herstellung von gedruckten Schaltungen auf andere Träger aufgebracht werden können. Dies vergünstigt den Herstellungsprozess erheblich, da keine neuen Geräte für die Verbindung der optischen mit den elektrischen Komponenten erforderlich sind.

[0003] Selbstverständlich lassen sich das vorliegende Verfahren sowie die zugehörige Vorrichtung auch zum Prägen bzw. Strukturieren von Polymerfolien für beliebige andere Anwendungsbereiche einsetzen. So können mit dieser Technik auch fluidische Strukturen wie bspw. Kanäle auf den Folien hergestellt werden.

Stand der Technik

[0004] Bisher werden strukturierte Polymerfolien als Träger für optische Wellenleiter mit der sog. Heißprägetechnik hergestellt, wie dies bspw. aus der Veröffentlichung von D. Krabe et al., "Optische Verbindungstechnik auf Board-Ebene", 3. Workshop Optik in der Rechentechnik, Paderborn 1998, beschrieben ist. Bei diesem Umformprozess durch Heißprägen wird ein Werkzeug, das bspw. mit einer Nickelstruktur an seiner Oberfläche versehen ist, bei erhöhter Temperatur auf die Oberfläche der zu strukturierenden Folie aufgedrückt. Nach der Verformung der Folie entsprechend der Oberflächenstruktur des Werkzeugs wird die Folie unter Beibehaltung der eingepprägten Struktur abgekühlt. Mit den erforderlichen Prägevorrichtungen lassen sich jedoch nur Flächen mit beschränkter Größe in einem Arbeitsschritt strukturieren, die durch die Größe der strukturierten Werkzeugfläche beschränkt sind. Größere Durchmesser sind mit einer deutlichen Vergrößerung der Vorrichtung korreliert und bereiten zudem das Problem, die erforderliche Präzision beim Prägen der Strukturen einzuhalten.

[0005] Weiterhin wird in der US 6,200,399 D1 ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Strukturierung von Folien beschrieben, bei dem ein mit einer Prägestruktur versehenes Band als Prägewerkzeug verwendet wird. Die Rollen, die das Band gegen die zu prägende Folie drücken, sind auf einer Seite der Folie beheizt. Das metallische Endlosband läuft um eine geschlossene Strecke um und passiert sowohl eine Heiz- als auch eine Kühlstation. Mit Hilfe des metallischen Bandes wird ein Harzfilm auf die Folie aufgebracht und auf diese Weise mikropismatische Strukturen auf der Folie erzeugt.

[0006] Die US 4,671,913 beschreibt eine Extruderanlage, in der thermoplastische Materialien gemischt und zu einem Folienmaterial verarbeitet werden. Nachdem der Stoffstrom die Extruderanlage verlassen hat, durchläuft das Material eine Abfolge verschiedener, z. T. Prägestrukturen aufweisender Walzen, die das Material in die gewünschte Folien-

form bringen. Diese Walzen sind zumindest teilweise beheizt.

[0007] Auch die US 5,810,957 beschreibt eine Vorrichtung bzw. ein Verfahren zur Erzeugung von Strukturen auf einer Folienoberfläche. Mit Hilfe eines erwärmten Stempel-elementes wird eine entsprechende Struktur direkt auf die Oberfläche aufgeformt. Darüber hinaus wird in dieser Druckschrift eine Folie beschrieben, die mit dem beschriebenen Verfahren geformt werden kann und die aus einer Abfolge verschiedener Folienschichten besteht.

[0008] Andere Umformtechniken, insbesondere Walzverfahren, sind zur Mikrostrukturierung von Polymerfolien bisher nicht im Einsatz, da den bekannten Walzanlagen die erforderliche Präzision für die Mikrostrukturierung fehlt.

[0009] Ausgehend von diesem Stand der Technik besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Strukturieren, insbesondere Mikrostrukturieren, von Polymerfolien anzugeben, mit denen große Flächen bei hoher Geschwindigkeit und unter Einhaltung einer hohen Präzision strukturiert werden können.

Darstellung der Erfindung

[0010] Die Aufgabe wird mit dem Verfahren und der Vorrichtung gemäß den Patentansprüchen 1 bzw. 9 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sowie der Vorrichtung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0011] Bei dem vorliegenden Verfahren zur Strukturierung, insbesondere Mikrostrukturierung, von Polymerfolien wird die zu strukturierende Folie zunächst auf eine Temperatur unterhalb des Glaspunktes des Folienmaterials vorgeheizt und anschließend zusammen mit zumindest einer eine Prägestruktur aufweisenden, planaren Werkzeugplatte zwischen zwei auf eine Temperatur oberhalb des Glaspunktes des Folienmaterials aufgeheizten Walzen hindurchgeführt, die gleichzeitig gegeneinander gedrückt werden, um die Prägestruktur in die Folie einzuprägen. Die planare Werkzeugplatte wird nach einer Abkühlphase wieder von der Folie getrennt.

[0012] Die zugehörige Vorrichtung setzt sich aus einer Vorheizzone mit einer Heizeinrichtung zum Vorheizen der zu strukturierenden Folie, einer Umformzone, in der zwei mittels einer Krafteinrichtung gegeneinander drückbare und beheizbare Walzen angeordnet sind, und einer sich an die Umformzone anschließenden Abkühlzone zusammen. Die Vorrichtung umfasst außerdem einen Antriebsmechanismus für die zu strukturierende Folie sowie einen Transportmechanismus für diskrete, planare, eine Prägestruktur aufweisende Werkzeugplatten, um die Folie zusammen mit den Werkzeugplatten zwischen den Walzen hindurch zu führen.

[0013] Bei dem vorliegenden Verfahren und der zugehörigen Vorrichtung wird ein Umformprozess von Polymerfolien mittels diskreter, planarer Werkzeugplatten durchgeführt, die vorzugsweise über ein Transportband bewegt werden. In der Vorheizzone werden das Folienmaterial sowie die jeweilige Werkzeugplatte auf eine Temperatur vorgeheizt, die vorzugsweise etwa 10 K unter dem Glaspunkt des Polymermaterials liegt. In der Umformzone, in der der eigentliche Umformprozess stattfindet, wird das Polymermaterial auf eine Temperatur oberhalb des Glaspunktes erhitzt, so dass es sich im entropie-elastischen Zustand befindet. Diese Aufheizung erfolgt über die beiden Walzen, durch die das Folienmaterial zusammen mit den Werkzeugplatten hindurch geführt wird. Durch die gleichzeitig gegeneinander gedrückten Walzen wird mit einer vordefinierten Kraft ein Fließprozess des Folienmaterials ausgelöst und die Werkzeugplatte bzw. deren Prägestruktur in das Folienmaterial

gepresst. Nach dem Austritt aus den Walzen bzw. der Umformzone wird die Folie zusammen mit der bzw. den darauf aufgedruckten Werkzeugplatten in der Abkühlzone weitertransportiert. Aufgabe dieser Zone ist es, das Folienmaterial unter Formzwang abzukühlen. Diese Abkühlung wird bis zur Entformungstemperatur, die je nach Folienmaterial und Werkzeugmaterial unterschiedlich sein kann, vorgenommen.

[0014] Mit dem Verfahren und der zugehörigen Vorrichtung können somit in einem replikativen Prozess Polymerfolien hochpräzise mikrostrukturiert werden. Dadurch ist es möglich, im Vergleich zu bekannten Umformverfahren große Nutzen mit unterschiedlichen Werkzeugen bzw. Werkzeugplatten in einer Anlage herzustellen. Das erfindungsgemäße Verfahren sowie die zugehörige Vorrichtung vereinigen die Vorteile des Heißprägens und die eines Walzverfahrens. Dadurch wird eine hochpräzise Umformung von Polymerfolien erreicht, wie sie mit herkömmlichen Heißprägeeinrichtungen realisierbar ist. Auf der anderen Seite ermöglicht das vorliegende Verfahren, ganze Polymerfolienrollen in einem Arbeitsgang zu strukturieren. Es wird somit eine Beschleunigung des Herstellungsprozesses erreicht, wie er für eine preiswerte Massenfertigung nötig ist.

[0015] Wichtiger Bestandteil von Heißumformverfahren von thermoplastischen Polymeren ist die Abkühlung unter Formzwang, die gerade beim vorliegenden Verfahren bzw. der zugehörigen Vorrichtung durch den Verbleib der Werkzeugplatten auf der Folie bis zur gewünschten Abkühlung ermöglicht wird. Durch die Zuführung von diskreten Werkzeugplatten zusammen mit der Folie lässt sich ein sehr schneller Werkzeugwechsel während des Herstellungsverfahrens erreichen. Durch den Einsatz geeigneter Werkzeugplatten, die hintereinander zusammen mit der Folie zugeführt werden, lässt sich die kontinuierliche Strukturierung größerer Flächen erreichen, die lediglich durch die Breite der Walzen und die Folienlänge begrenzt sind.

[0016] In einer Weiterbildung des vorliegenden Verfahrens sowie der zugehörigen Vorrichtung wird auf der der Werkzeugplatte abgewandten Seite der Folie gleichzeitig eine dünne Metallfolie durch die Walzenanordnung geführt, die ggf. mit einer Antihafbeschichtung versehen sein kann. Dies soll ein Anhaften der Folie an den Walzen oder den Rollen vor oder hinter den Walzen verhindern. Selbstverständlich ist dies nicht bei jeder Folienart erforderlich, kann jedoch bei bestimmten leicht anhaftenden Folien von Vorteil sein. Die Vorschubgeschwindigkeiten der Folie und der Werkzeugplatte(n) sind angepasst und steuerbar, um eine dem Material angepasste Umformgeschwindigkeit zu erreichen.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform des vorliegenden Verfahrens sowie der zugehörigen Vorrichtung ist eine zweite Materialzuführung für ein Trägermaterial vorgesehen, so dass sich in einem Schritt die Folien gleichzeitig mit dem Umformprozess auf ein Trägermaterial aufaminieren lassen. Eine derartige Ausgestaltung ist insbesondere für Anwendungen von Vorteil, in denen die Folie auf einem derartigen Träger weiterverarbeitet oder eingesetzt werden soll.

[0018] Der Antriebsmechanismus für die Führung bzw. den Transport der Folie durch die Vorrichtung bzw. das Walzensystem der Vorrichtung erfolgt vorzugsweise über entsprechend angetriebene Auf- bzw. Abwickelrollen, von denen die Folie abgewickelt bzw. auf die die Folie nach dem Prägevorgang wieder aufgewickelt wird. Selbstverständlich können auf dem Weg zwischen Auf- und Abwickelrolle zusätzliche Umlenckrollen für die Führung der Folie vorgesehen sein.

[0019] Der Transport der Werkzeugplatten erfolgt vorzugsweise über ein Transportband, das über ein Rollensystem

geführt wird. Selbstverständlich lassen sich die Werkzeugplatten auch über eine Vielzahl nahe beieinander liegender Transportrollen – ohne Transportband – durch die Vorheizzone zu den Walzen bzw. von den Walzen durch die Abkühlzone transportieren. Die Werkzeugplatten haben hierfür vorzugsweise auf ihrer Unterseite am Rand eine Verzahnung, die in eine entsprechende Verzahnung am Rand des Transportbandes bzw. der Transportrollen sowie der unteren der beiden Walzen eingreift. Auf diese Weise wird eine kontrollierbare Vorschubbewegung der Werkzeugplatten durch die gesamte Vorrichtung erreicht.

[0020] Für die Zuführung der Werkzeugplatten kommen verschiedene Möglichkeiten in Frage, die je nach Produktionsmenge unterschiedliche Vorteile aufweisen. In einer Variante werden die Werkzeugplatten von Hand zugeführt und am Ende auch wieder von Hand herausgenommen, d. h. von der Folie getrennt. Dies ermöglicht eine relativ leichte Werkzeughandhabung sowie einen extrem schnellen Werkzeugwechsel.

[0021] In einer weiteren Variante werden die Werkzeugplatten in ein endloses Umlaufband eingesetzt, so dass sie eine endlose Reihe auf diesem Umlaufband bilden. Diese Vorgehensweise bietet sich vor allem für die Produktion hoher Stückzahlen und eine schnelle Fertigung der strukturierten Folien an.

[0022] In einer weiteren Variante werden die Werkzeugplatten einem Laufband, das durch die Vorheizzone, die Umformzone und die Abkühlzone führt, über einen Paternoster zugeführt und am Ende der Abkühlzone, nach dem Abtrennen von den Folien, über einen zweiten Paternoster wieder abtransportiert. Über ein zweites Laufband werden diese bereits verwendeten Werkzeugplatten wieder zu dem ersten Paternoster zurück transportiert und können erneut dem Herstellungsprozess zugeführt werden. Die Übergabe in den bzw. in die Paternoster erfolgt vorzugsweise über eine automatisierte Handhabungseinrichtung, kann jedoch auch manuell erfolgen. Dieses System gewährleistet einen schnellen flexiblen Werkzeugwechsel sowie eine hohe Produktionsgeschwindigkeit.

[0023] Die beiden Walzen sind vorzugsweise über integrierte Heizelemente unabhängig voneinander beheizbar und werden über eine Krafteinrichtung kraft- oder weggesteuert gegeneinander geführt, während die Folie zusammen mit den Werkzeugplatten zwischen den Walzen hindurchgeführt wird.

[0024] In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Vorrichtung kann sich an die Walzenanordnung eine weitere beheizte Walzenanordnung anschließen, in der ein Deckel auf die auf den Folien erzeugten Strukturen aufgebracht bzw. aufaminiert wird. Durch diese Deckelung der Strukturen kann direkt eine fluidische Struktur am Ausgang der Vorrichtung erreicht werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0025] Das vorliegende Verfahren sowie die zugehörige Vorrichtung werden nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Zeichnungen nochmals kurz erläutert. Hierbei zeigen:

[0026] Fig. 1 ein erstes Beispiel für eine Ausgestaltung der vorliegenden Vorrichtung zur Strukturierung von Polymerfolien;

[0027] Fig. 2 ein zweites Beispiel für eine Ausgestaltung der vorliegenden Vorrichtung zur Strukturierung von Polymerfolien; und

[0028] Fig. 3 ein Beispiel für die Ausgestaltung der Walzen sowie der Werkzeugplatten als Bestandteil des Transportmechanismus.

[0029] In **Fig. 1** ist schematisch ein erstes Beispiel einer Ausgestaltung der vorliegenden Vorrichtung dargestellt. Die Vorrichtung befindet sich in einer geschlossenen Kammer **4**, die falls erforderlich mit Schutzgas gespült werden kann. Die Kammer **4** ist in drei Zonen unterteilt, die in der Figur durch die senkrecht gezeichneten Linien angedeutet sind. In der Vorheizzone **7** wird die Folie **3** oberhalb eines Rollensystems **13** geführt. Die Temperatur der Folie **3** wird in dieser Vorheizzone **7** auf einen Wert aufgeheizt, der ca. 10 K unter dem Glaspunkt T_g des Polymermaterials der Folie **3** liegt. Die hierfür erforderliche Heizvorrichtung ist in der Figur nicht zu erkennen.

[0030] Die Folie **3** gelangt anschließend in die Umformzone **8**, in der zwei getrennt heizbare Walzen **5a, 5b** angeordnet sind. Der Abstand der Walzen **5a, 5b** kann weg- oder kraftgesteuert über eine in der Figur nicht dargestellte Krafteinrichtung eingestellt werden.

[0031] Die Folie **3** wird über eine Abwickelrolle **9**, entsprechende Umlenkelemente **10** und eine auf der Ausgangsseite der Vorrichtung vorgesehene Aufwickelrolle **11** durch die Vorrichtung, insbesondere zwischen den beiden Walzen **5a, 5b** hindurchgeführt. Der Vorschub der Folie **3** erfolgt vorzugsweise kontinuierlich. Die Walzen **5a, 5b** werden derart über die nicht dargestellten integrierten Heizelemente aufgeheizt, dass sie die Folie **3** sowie die darunter liegende Werkzeugplatte **1** auf eine Temperatur oberhalb des Glaspunktes T_g des Polymermaterials der Folie **3** bringen. Durch die erhöhte Temperatur und den Anpressdruck der Walzen **5a, 5b**, mit dem diese gegeneinander bzw. gegen die Folie **3** und die Werkzeugplatte **1** gedrückt werden, wird das Folienmaterial in die Prägestrukturen der Werkzeugplatte **1** gepresst und dadurch umgeformt. Der Transport der Werkzeugplatten **1** erfolgt über das in der Figur dargestellte Rollensystem **13** aus einer Vielzahl von parallel zueinander liegenden Rollen.

[0032] Nach dem Prägevorgang wird die Folie **3** zusammen mit der Werkzeugplatte **1** in die Abkühlzone **12** geführt, in der die Polymerfolie **3** unter Formzwang abgekühlt wird. Dies wird durch ein in dieser Abkühlzone **12** vorgesehenes gekühltes Rollensystem **6**, welches die Folie **3** weiterhin mit einer vordefinierten Kraft auf die Werkzeugplatte **1** drückt, unterstützt. Am Ende der Abkühlzone **12** findet eine automatische Entformung der Folie **3** von der Werkzeugplatte **1** statt.

[0033] Die hintereinander auf dem Rollensystem **13** zu erkennenden Werkzeugplatten **1** sind in diesem Beispiel beabstandet voneinander dargestellt, können jedoch auch direkt, ohne Zwischenabstand, aneinander anschließen, um eine größere Länge der Folie **3** ohne Zwischenräume zu strukturieren.

[0034] **Fig. 2** zeigt eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Vorrichtung, bei der die Werkzeugplatten **1** nicht direkt mit dem Rollensystem **13** in Kontakt kommen, sondern über ein auf dieses Rollensystem gespanntes Endlosband **2** transportiert werden. Bei dieser Ausgestaltung kann aufgrund des Endlosbandes **2** eine kontinuierliche Herstellung der geprägten Polymerfolie erfolgen. Die Vorrichtung ist ansonsten in gleicher Weise wie die Vorrichtung der **Fig. 1** ausgebildet.

[0035] Der Transport der Werkzeugplatten **1** erfolgt über eine Zahnung am Rand der Rollen **13** (bei **Fig. 1**) bzw. des Transportbandes **2** (bei **Fig. 2**) und der unteren der beiden Walzen **5b**. Die Werkzeugplatten **1** selbst sind hierzu an ihrer Unterseite am Rand ebenfalls mit einer Zahnung **14** versehen. Dies ist bspw. anhand der **Fig. 3** zu erkennen, wobei **Fig. 3a** die beiden Rollen **5a, 5b** in Draufsicht darstellt, in

der die Zahnung **14** am Rand der Walze **5b** zu erkennen ist. **Fig. 3b** zeigt den Zustand während des Transports der Folie **3** mit der Werkzeugplatte **1** durch dieses Walzensystem **5a, 5b**. In dieser Darstellung ist das Ineinandergreifen der Zahnungen **14** der Werkzeugplatte **1** und der Walze **5b** zu erkennen.

[0037] Die planaren Werkzeugplatten **1** werden in diesen Ausführungsbeispielen von Hand eingelegt und am Ende auch wieder herausgenommen. Dies hat den Vorteil, kurzfristig sehr unterschiedliche Werkzeugplatten einsetzen zu können, was eine hohe Flexibilität der Produktion mit sich bringt.

Bezugszeichenliste

- 1 Werkzeugplatte
- 2 Transportband
- 3 Polymerfolie
- 4 geschlossene Kammer
- 5a, 5b beheizbare Walzen
- 6 gekühltes Rollensystem
- 7 Vorheizzone
- 8 Umformzone
- 9 Abwickelrolle
- 10 Umlenkelemente
- 11 Aufwickelrolle
- 12 Abkühlzone
- 13 Rollensystem
- 14 Zahnung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Strukturierung, insbesondere Mikrostrukturierung, von Polymerfolien, bei dem die zu strukturierende Folie (**3**) auf eine Temperatur unterhalb des Glaspunktes des Folienmaterials vorgeheizt und zusammen mit zumindest einer eine Prägestruktur aufweisenden, planaren Werkzeugplatte (**1**) zwischen zwei auf eine Temperatur oberhalb des Glaspunktes des Folienmaterials aufgeheizten Walzen (**5a, 5b**) hindurch geführt wird, die gleichzeitig gegeneinander gedrückt werden, um die Prägestruktur in die Folie (**3**) einzuprägen, und die planare Werkzeugplatte (**1**) nach einer Abkühlphase wieder von der Folie (**3**) getrennt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Folie (**3**) auf eine Temperatur vorgeheizt wird, die etwa 10 K unterhalb des Glaspunktes des Folienmaterials liegt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Werkzeugplatten (**1**) mit Prägestrukturen hintereinander zusammen mit der Folie (**3**) zwischen den Walzen (**5a, 5b**) hindurch geführt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine dünne Metallfolie auf einer der Werkzeugplatte (**1**) abgewandten Seite der Folie (**3**) zusammen mit der zu strukturierenden Folie (**3**) zwischen den Walzen (**5a, 5b**) hindurch geführt wird, um ein Anhaften der Folie (**3**) an den Walzen (**5a, 5b**) zu verhindern.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Träger, insbesondere eine Trägerplatte oder Trägerfolie, auf einer der Werkzeugplatte (**1**) abgewandten Seite der Folie (**3**) zusammen mit der Folie (**3**) zwischen den Walzen (**5a, 5b**) hindurch geführt wird, um die Folie (**3**) auf den Träger aufzulaminieren.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Abstand zwischen den Walzen (5a, 5b) kraft- oder weggesteuert über eine Krafteinrichtung eingestellt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkzeugplatte (1) manuell zugeführt wird. 5
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkzeugplatte (1) automatisch über einen Transportmechanismus zugeführt wird. 10
9. Vorrichtung zur Strukturierung, insbesondere Mikrostrukturierung, von Polymerfolien, mit einer Vorheizzone (7) mit einer Heizeinrichtung zum Vorheizen einer zu strukturierenden Folie (3); einer Umformzone (8), in der zwei mittels einer Krafteinrichtung gegeneinander drückbaren und beheizbaren Walzen (5a, 5b) angeordnet sind; und einer sich an die Umformzone (8) anschließende Abkühlzone (12), 15
- wobei ein Antriebsmechanismus für die zu strukturierende Folie (3) sowie ein Transportmechanismus für diskrete, planare, eine Prägestruktur aufweisende Werkzeugplatten (1) vorgesehen ist, um die Folie (3) zusammen mit den Werkzeugplatten (1) zwischen den Walzen (5a, 5b) hindurchzuführen. 20
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Transportmechanismus durch ein Transportband (2) und/oder Rollensystem (13) gebildet ist, auf dem die Werkzeugplatten (1) durch die Vorheizzone (7), die Umformzone (8) und die Abkühlzone (12) transportiert werden. 25
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorheizzone (7), die Umformzone (8) und die Abkühlzone (12) in einer geschlossenen Kammer (4) ausgebildet sind, die mit Schutzgas beaufschlagbar ist. 30
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Walzen (5a, 5b) über integrierte Heizelemente getrennt beheizbar sind. 35
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuerung zur kraft- oder weggesteuerten Einstellung eines Abstandes zwischen den Walzen (5a, 5b) über die Krafteinrichtung vorgesehen ist. 40
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass in der Abkühlzone (12) ein gekühltes Rollensystem (6) angeordnet ist, durch das die Folie (3) und die Werkzeugplatten (1) nach dem Verlassen der Walzen (5a, 5b) der Umformzone (8) zusammengedrückt werden. 45
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkzeugplatten (1) an einer unteren Oberfläche am Rand eine Zahnung (14) aufweisen, die während des Transportes in Eingriff mit einer Zahnung (14) am Rand des Transportbandes (2) oder Rollensystems (13) sowie einer unteren der beiden Walzen (5b) bringbar ist. 50
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vorschubgeschwindigkeit der Werkzeugplatten (1) und der Folie (3) steuerbar ist. 55
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Transportmechanismus ein Umlaufband aufweist. 60
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Transportmechanismus zwei Paternoster aufweist. 65

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass ein Zufuhrmechanismus für die Zufuhr eines weiteren folienartigen Materials oberhalb der Folie (3) zu den Walzen (5a, 5b) vorgesehen ist.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebsmechanismus Auf- (11) und Abwickelrollen (9) für die Folie (3) umfasst.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

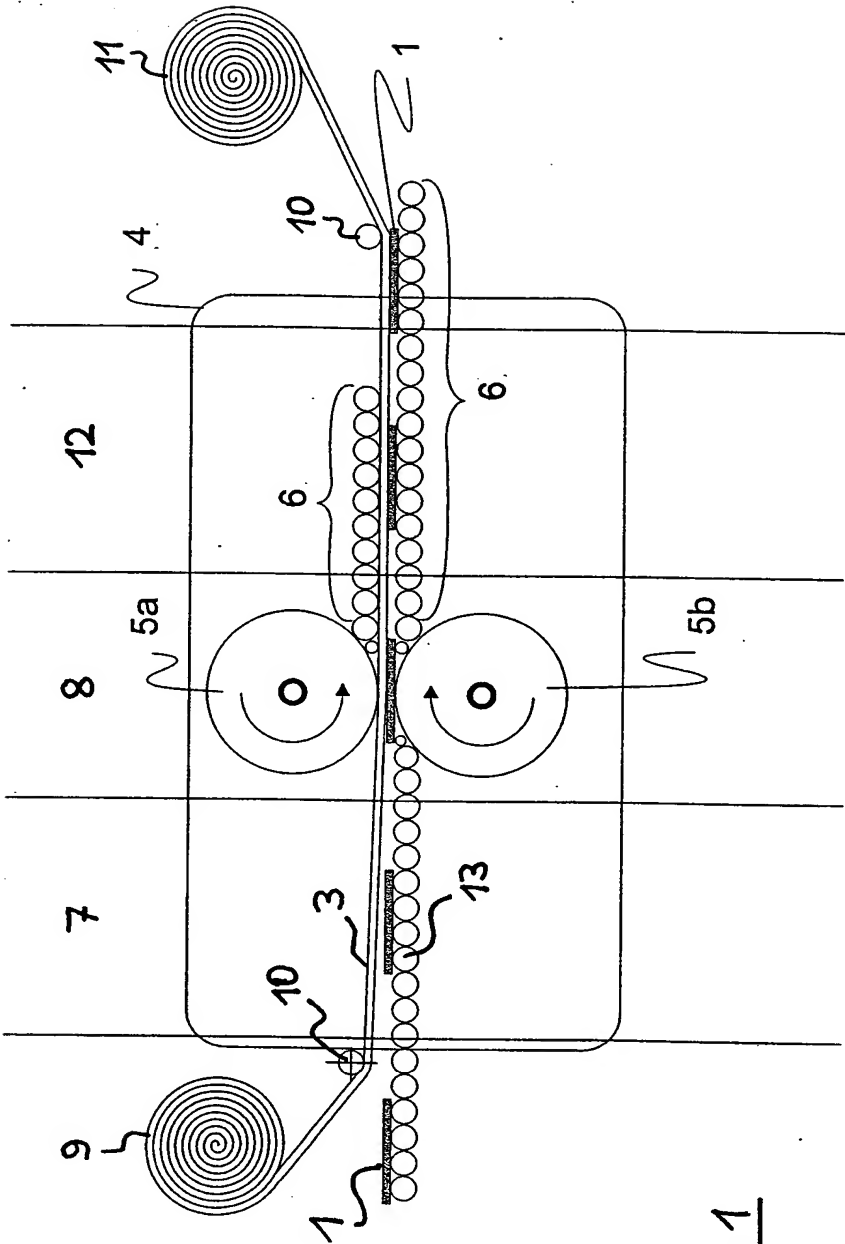


Fig. 1

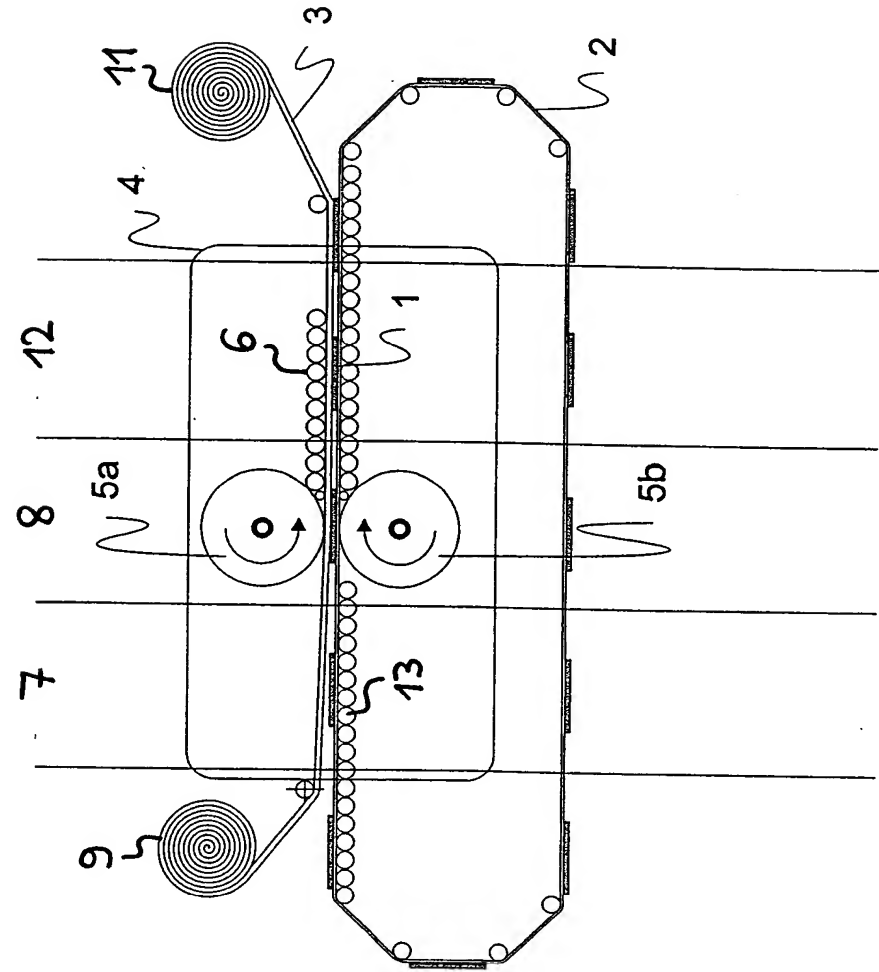


Fig. 2

Fig. 3a

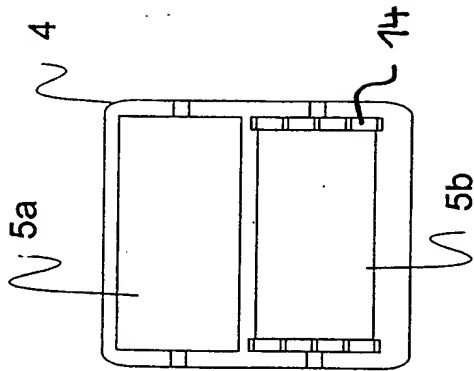


Fig. 3b

